

AT-NO: JP02006223015A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2006223015 A

TITLE: MOTOR WITH EXCELLENT IRON CORE
MAGNET CHARACTERISTIC AND
MANUFACTURING METHOD THEREFOR

PUBN-DATE: August 24, 2006

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SENDA, KUNIHIRO	N/A
ISHIDA, MASAYOSHI	N/A
SADAHIRO, KENICHI	N/A
NAMIKAWA, MISAO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
JFE STEEL KK	N/A

APPL-NO: JP2005031460

APPL-DATE: February 8, 2005

INT-CL-ISSUED:

TYPE	IPC	DATE	IPC-OLD
IPCP	H02K1/18	20060101	H02K001/18
IPFC	H02K15/02	20060101	<u>H02K015/02</u>

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor with excellent iron core magnet characteristics and a manufacturing method for the motor.

SOLUTION: This motor is of an inner rotor type having a motor case and a stator. A portion of the motor case is brought into

contact with a yoke of the
stator, and tensional stress is applied to the stator by a
contact part toward
an outer side in the radial direction of the stator. The
contact part can be
the outer periphery and/or the inner periphery of the yoke
of the stator.
Besides, it is preferable that a range in which the
tensional stress is 10-150
MPa is at least 50 volume% of the total yoke. Moreover,
the motor is
manufactured by inserting the stator in the motor case in
such a state that the
temperature of the stator iron core is higher than the
temperature of the motor
case and then fixing the stator with the motor case.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-223015

(P2006-223015A)

(43) 公開日 平成18年8月24日(2006.8.24)

(51) Int. Cl.

F 1

テーマコード (参考)

H02K 1/18 (2006.01)

H02K 1/18

D

5H601

H02K 15/02 (2006.01)

H02K 15/02

D

5H615

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-31460 (P2005-31460)

(22) 出願日 平成17年2月8日(2005.2.8)

(71) 出願人 000001258

J F E スチール株式会社

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

(74) 代理人 100116230

弁理士 中濱 泰光

(72) 発明者 千田 邦浩

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J

F E スチール株式会社内

(72) 発明者 石田 昌義

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J

F E スチール株式会社内

(72) 発明者 定廣 健一

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J

F E スチール株式会社内

最終頁に続く

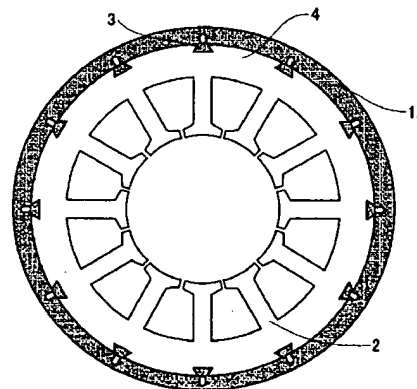
(54) 【発明の名称】 鉄心磁気特性が優れたモータおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 鉄心磁気特性が優れたモータを提供する。

【解決手段】 本発明のモータは、モータケースと固定子を有すインナーロータ型のモータであり、前記モータケースの一部が前記固定子の継鉄部に接触し、該接触部分により、固定子に、固定子の半径方向外側に向けて引張応力が付与されていることを特徴とする。また、前記接触部分を前記固定子の継鉄部の外周部および/または内周部とすることができる。さらに、引張応力が10~15 MPaである領域が前記継鉄部全域の50体積%以上であることが好ましい。また、本発明のモータは、モータケースの温度よりも固定子鉄心の温度が高い状態でモータケースに固定子を挿入し、次いで、モータケースにより固定子を固定することにより製造される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータケースと固定子を有すインナーロータ型のモータにおいて、前記モータケースの一部が前記固定子の継鉄部に接触し、該接触部分により、固定子に、固定子の半径方向外側に向けて引張応力が付与されていることを特徴とする鉄心磁気特性に優れたモータ。

【請求項 2】

前記接触部分が前記固定子の継鉄部の外周部および／または内周部であることを特徴とする請求項 1 に記載の鉄心磁気特性に優れたモータ。

【請求項 3】

前記引張応力が10～150MPaである領域が前記継鉄部全域の50体積%以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の鉄心磁気特性が優れたモータ。 10

【請求項 4】

モータケースにより固定子を固定しインナーロータ型のモータを製造するに際し、モータケースの温度よりも固定子鉄心の温度が高い状態でモータケースに固定子を挿入し、次いで、固定することを特徴とする鉄心磁気特性が優れたモータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電動機、とくに外側に固定子を配するとともに内側に回転子を配したインナーロータ型のモータおよびその製造方法に関するものである。 20

【背景技術】

【0002】

近年、エネルギー消費削減の必要性の高まりとともに、各種モータでの効率向上の重要性が高まっている。このため、モータ形式としては高効率が達成可能なブラシレスDCモータの使用頻度がますます高まっている。また、鉄心素材の低鉄損化・高磁束密度化もモータ効率の向上に大きく寄与している。ところが、このような低鉄損・高磁束密度の優れた磁気特性を有する高級電磁鋼板を用いてモータを製造した場合であっても、必ずしもモータ効率が予想されたほどには改善しない場合が生じている。これは、電磁鋼板を加工して鉄心を製造し、これをモータとして組み込む過程で、電磁鋼板の磁気特性を劣化させる様々な因子が存在しているためと考えられる。従って、高級電磁鋼板であるほど、モータの製造を適正な条件で行う必要があるといえる。 30

【0003】

モータ製造工程で生じる鉄心性能劣化の原因のひとつとして、固定子をモータケースに固定するために採用される、焼きばめ、圧入といった加工（固定）工程がある。たとえば、焼きばめによる固定方法は、図1に示すように、モータケース9の温度を上昇させてモータケース9を熱膨張させた後、適正な寸法の固定子10を挿入して、次いで、図2に示すように常温に戻しモータケース9を熱収縮させることでモータケース9に固定子10を固定する方法である。この方法では、常温からモータの使用温度上限までの範囲で両者を固定する強度が十分に保たれるようなモータケース寸法および固定子寸法とされる。 40

【0004】

また、圧入による固定方法では、常温付近で鉄心をモータケースに押し込み、鉄心をケースに固定する。

【0005】

上記これらの固定方法においては、たとえば回転子を内側に有するインナーロータ型のモータでは、モータケースにより固定子の外側から内側に向かう応力（図2の矢印方向）を固定子に作用させて固定子とモータケースとを固定させている。しかしながら、このような場合においては、固定子の継鉄部に円周方向の圧縮応力が作用する。電磁鋼板は圧縮方向の応力が作用した場合、磁気特性が顕著に劣化することが知られている。すなわち、圧縮応力により鉄損の増加と透磁率の減少が生じてしまうのである。そして、このような継鉄部の鉄損増加によりモータ鉄損の増加が、また、透磁率の減少により銅損の増加が促 50

進される。

【0006】

このように、モータケースに固定子を圧入する場合には、圧縮応力が固定子に対して付与されており、モータ特性の劣化を招いている。特に、使用頻度の高いインナーロータ型のモータでは、歯部の外側に位置し、固定子全体に占める面積の広い継鉄部でこのような圧縮応力による鉄損劣化を生じている。

【0007】

モータケースからの圧縮応力による鉄損磁気特性の劣化を防止する方法としては、たとえば特許文献1が開示されている。特許文献1ではモータケースに固定子周囲に配された突起を接触させるとともに、接触部となる突起の内部にかしめ加工部を設けることで、応力による鉄心特性の劣化を防止している。しかしながら、この方法では、突起部に過度な応力が付与された場合には局所的応力の増加により鉄心磁気特性がかえって劣化する可能性があるという問題点がある。

【0008】

一方で、図3は磁化方向の応力と無方向性電磁鋼板(50A700)の鉄損W15/50との関係を示した図であるが、従来より、モータの鉄心として使用される無方向性電磁鋼板の鉄損は、この図に示したように圧縮応力が印加された場合に顕著に劣化し、引張応力が印加された場合に改善することが知られている。従って、焼きばめ等で鉄心がモータケースに固定される際の圧縮応力を軽減することができれば、モータ鉄損の低減による高効率化が可能と予想される。また、引張応力側では鉄損が改善する方向であることから、固定子に引張応力を付与させることで、材料が有する鉄損値をさらに低減することが可能といえる。このような観点からモータ鉄心の鉄損を改善しようとする技術としては、特許文献2および特許文献3がある。これらは、焼鈍時の鉄心内部の温度差を利用して鉄心鉄損が低減されるような応力を残存させることを主眼とした方法である。しかしながら、このような温度差を適正に制御しながら焼鈍・冷却を行うことが実際には困難であるとともに、本発明が解決しようとしている焼きばめ・圧入による鉄心特性の劣化防止策については開示されていない。

【0009】

また、特許文献4には、樹脂封止型電動モータ固定子において、樹脂によって引張応力を鉄心外周部に及ぼす技術が開示されている。この技術は、樹脂を応力媒体として用いているが、このような樹脂の使用は製造コストの増加をもたらすばかりでなく、樹脂自体の強度不足の問題により、所望の応力を鉄心に付与しようとする際に鉄心から受ける応力で樹脂部分に亀裂等の欠陥が生じる危険性がある。さらに、樹脂の熱収縮率は電磁鋼板のそれよりも大きいため、鉄心を変形させた状態で樹脂の硬化を行ったとしても、所望の張力を付与するには限界があり、十分な鉄損低減効果が得にくいという問題点を有する。

【特許文献1】特開平4-325846号公報

【特許文献2】特開2003-319857号公報

【特許文献3】特開2003-319618号公報

【特許文献4】特開2003-79113号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、以上の点に鑑みなされたもので、固定子のモータケースへの固定方法に起因した鉄心磁気特性の劣化を防止するのみならず、モータ構造の点から鉄心の磁気特性を積極的に向上させようとするものであり、鉄心磁気特性が優れたモータを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の課題を解決するため検討した結果、本発明では、固定子の継鉄部に圧縮応力を付与しつつモータケースに固定子を固定する従来の方法とは異なり、継鉄部に引張応力を付

与しながらモータケースに固定子を固定することで、鉄心磁気特性を劣化させない固定方法を発案し、本発明に至った。すなわち、本発明の主旨とするところは、前記モータケースの一部が前記固定子の継鉄部に接触し、接触部分により、固定子に、固定子の半径方向外側に向けて引張応力を付与することにより、鉄心磁気特性の劣化を防止し、鉄心磁気特性が優れたモータを提供するである。

【0012】

本発明は、このような知見に基づきなされたもので、その要旨は以下のとおりである。

【0013】

[1] モータケースと固定子を有すインナーロータ型のモータにおいて、前記モータケースの一部が前記固定子の継鉄部に接触し、該接触部分により、固定子に、固定子の半径方向外側に向けて引張応力が付与されていることを特徴とする鉄心磁気特性に優れたモータ。

10

【0014】

[2] 前記[1]において、前記接触部分が前記固定子の継鉄部の外周部および／または内周部であることを特徴とする鉄心磁気特性に優れたモータ。

【0015】

[3] 前記[1] または [2] において、前記引張応力が10～150MPaである領域が前記継鉄部全域の50体積%以上であることを特徴とする鉄心磁気特性が優れたモータ。

【0016】

[4] モータケースにより固定子を固定しインナーロータ型のモータを製造するに際し、モータケースの温度よりも固定子鉄心の温度が高い状態でモータケースに固定子を挿入し、次いで、固定することを特徴とする鉄心磁気特性が優れたモータの製造方法。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、鉄心磁気特性が優れたモータを提供する。また、インナーロータ型モータにおいて、本発明のモータ製造方法で固定子とモータケースとを固定することにより、継鉄部の磁気特性を劣化させずに固定子をモータケースへ固定することが可能となり、ひいては継鉄部周方向への引張応力の付与によって素材の鉄損をさらに改善することができ、高効率のモータが実現可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0018】

まず、本発明者らは、金属製のモータケースに固定子を直接固定するタイプのインナーロータ型モータにおいて、モータケースが固定子の外周部に引張応力を及ぼす構造を検討した。

【0019】

検討の結果、モータケースが固定子の外側もしくは内側から接触すると同時に固定子に外向きの応力(固定子の半径方向外側に向かう応力)を付与することで、継鉄部に周方向の引張応力を印加することが可能となることを見いだした。そして、継鉄部に周方向の引張応力を印加することで、固定子のモータケースへの固定に起因した鉄心磁気特性の劣化を防止し、さらに、磁気特性が向上する。すなわち、本発明の鉄心磁気特性が優れたモータは、モータケースの一部が前記固定子の継鉄部の外周部に接触し、接触部分により、固定子に、固定子の半径方向外側に向けて引張応力が付与されている、もしくは、モータケースの一部が前記固定子の継鉄部の内周部に接触し、接触部分により、固定子に、固定子の半径方向外側に向けて引張応力が付与されているモータである。

40

【0020】

以下に図面を用いて本発明を詳細に説明する。例えば、図4は本発明の一実施形態を示す図である。図4において、モータケース1aは、固定子2の外周よりもやや大きめとなるように作製され、固定子2とモータケース1aとは嵌合部3を適当な間隔で有している。ここで、固定子2とモータケース1aの寸法は熱膨張率を考慮して決定する。

50

【0021】

本発明において、固定子2のモータケース1aへの固定に際しては、通常の焼きばめとは逆に、モータケース1aの温度に対して、固定子2の温度が高い状態で、まずモータケース1aに固定子2を挿入する。例えば、固定子2の温度を上昇させて膨張させるか、もしくはモータケース1aを冷却して収縮させ、固定子2とモータケース1aのそれぞれの直径および嵌合部3が適正に嵌め合う寸法の時点で固定子2を挿入する。次いで、常温に戻し固定する。

【0022】

以上により、モータケース1aは固定子2を外側に引張りながら（図4の矢印方向）固定子2を固定するため、固定子2の継鉄部4には圧縮応力が付与されず、かつ、継鉄部4の周方向に引張応力が付与されて継鉄部4の鉄損が低下する。この結果、通常の焼きばめを行った場合に対して、図4の方法で行った同種のモータでモータ効率が2%程度向上した。

【0023】

例えば、図5は本発明の他の一実施形態を示す図である。図5は、モータケース1bが固定子2に外側から接しつつ固定を達成するのではなく、モータケース1bの一部が固定子2の内側（以下、スロット内部と称す）から接触し、固定子2に外側方向への応力を付与することで、ほぼ均一な引張応力を継鉄部に作用させ、鉄心の保持と磁気特性の改善を同時に達成可能としたものである。

【0024】

図5では、（図示しない）モータケース底部と一体となった保持部材5がスロット内部から固定子2に接触し、外側に向かって応力を固定子2に及ぼす（図5の矢印方向）ことで固定子2を保持し、同時に継鉄部に周方向の引張応力を与えている。このようにして付与される引張応力は図4の場合に比べて均一であり、モータ仕様によらず継鉄部の鉄損低減が可能となる。そのため、厳密な寸法精度と温度の制御が必要となる場合に特に有効であると言える。

【0025】

図6は図5の断面11による立面断面図であり、図7は断面12による立面断面図である。図6において、保持部材5の強度を高めるために、モータケース上面部取り付けボルト6が上面部8側から固定されている。保持部材5が十分な強度を有する場合は特に追加の固定を行う必要がないが、強度を高めるために、上記のように、モータケース上面部取り付けボルト6などで上面部8側からも固定するのが好ましい。また、図6および図7においては、モータケース1bの上面部8をモータケース1bの外周部と取り付けるために、ボルト7が上面部8側から固定されている。

【0026】

なお、モータケースが固定子の継鉄部の外周部および内周部の双方について接触する形態としても構わない。

【0027】

以上のように、本発明の鉄心磁気特性が優れたモータは、常温で適正な応力が付与される寸法で固定子とモータケースを製作し、モータケースの温度に対して、固定子の温度が高い状態で（例えば、固定子を加熱するかモータケースを冷却して）モータケースに固定子を挿入し、次いで、常温に戻し、固定することにより製造される。

【0028】

また、圧入によりモータケースに固定子を挿入する場合は、図5に記載される構造のモータとするのが好ましく、固定子の内側と保持部材の嵌め合い寸法を考慮して製造したのち、圧入することにより継鉄部に引張方向の応力を付与しつつ固定を行うことが可能となる。

【0029】

さらに、保持部材はスロット内部に挿入されるため、スロット内の空間を占めることとなるので、巻線占積率の低下の原因となる場合がある。このため、保持部材は保持力を十

分に確保する最低限の体積とすることが好ましい。また、保持部材は必ずしも図5に示すような形態とする必要はなく、形状や大きさを必要に応じて変更することや、スロット内で分割した形で複数設けることや、いくつかのスロットのみに限定して設けることが可能である。また、固定子の内部に保持部材を挿入するための穴をあけて、固定子が加熱された状態あるいはモータケースが冷却された状態にて保持部材を挿入することも可能であり、いずれも相応の効果を有する。

【0030】

さらに、本発明においては、固定子の継鉄部において、引張応力が10～150MPaである領域が継鉄部全域の50体積%以上であることが好ましい。継鉄部に付与される引張応力によって鉄損改善を実現するためには、継鉄部での周方向の応力として10～150MPaが適当である。図3によれば、圧縮応力をかけていくと鉄損は増加し、引張応力をかけていくと鉄損は低減することがわかる。しかし、さらに引張応力をかけていくと、鉄損は再び増加する。そして、引張応力が10MPaを下回ったり、150MPaを上回ったりした場合は、十分な鉄損低減効果が得られないことがわかる。また、このような引張応力が付与されている領域が50体積%を下回るような場合においても鉄損低減効果は不十分となり、十分な鉄損低減効果が得られない。よって、以上より、引張応力が10～150MPaである領域は継鉄部全域の50体積%以上とする。なお、ここで、継鉄部とは、図8に示すように、固定子において、歯の部分（歯部）を除く外周部分とする。

【0031】

以上のように、本発明は、固定子のモータケースへの固定方法に起因した鉄心磁気特性の劣化を防止するのみならず、モータ構造の点から鉄心磁気特性を積極的に向上させようとするものである。さらに、焼きばめ、圧入といった、モータ鉄心外周面に作用する強い応力を用いてモータケースと固定子とを固定する際に生じる鉄心とくに継鉄部の鉄心磁気特性（鉄損）の劣化という問題に対し、本発明はこのような劣化を防止するにとどまらず、鉄心磁気特性を素材から想定される特性よりも改善する方法を提示することを主旨としている。このような点から、本発明は、継鉄部の周長が長いために継鉄部の印加される圧縮力の悪影響の大きいインナーロータ型のモータに対して最適である。

【実施例1】

【0032】

図4と同様の形状、構造のモータを以下のように作製した。集中巻き型のブラシレスDCモータ用の固定子として、JIS50A400グレードの無方向性電磁鋼板から打抜き、かしめにより一体化した。さらに、この固定子に巻線を施して固定した。また、モータケースはアルミダイキャストにて製造した。ロータは表面磁石型とし、磁石としては希土類磁石を用いた。固定子のモータケースへの固定では、固定子を150℃に加熱して熱膨張させたのち、固定子をモータケースに挿入し、次いで常温に戻し固定した。ここで、モータケースおよび固定子、嵌合部の寸法は、上記温度で挿入されたのち、常温に戻した際に固定子継鉄部に50MPaの引張応力が付与されるように設計した。

【0033】

得られたモータに対し、有限要素法による応力解析を行った。その結果、継鉄部の外周方向の引張応力が10～150MPaの範囲となる部分の領域は、継鉄部全体の75%であった。

【0034】

一方、比較例として、図9に示すようなモータケースが鉄心に対して圧縮応力を及ぼす従来型のモータを作製した。ここで、固定子は、焼きばめによりモータケースに固定され、継鉄部外周部に印加される圧縮応力の平均値が50MPa程度となるようにした。

【0035】

以上より得られた本発明例及び比較例のモータに対し、回転数1500rpm、負荷トルク2.0Nmの条件にてモータ効率の測定を行った。なお、モータ効率は、トルクおよび回転数から求められる出力と入力電力との比（出力／入力×100 [%]）で評価した。結果を表1に示す。

【0036】

【表 1】

記号	固定子の固定方法	モータ効率(%)	備考
A	図 4	90.1	本発明例
B	図 9	88.4	比較例

【0037】

表1より、本発明例では、比較例よりも高いモータ効率を得られていることがわかる。

【実施例 2】

10

【0038】

図 5 と同様の形状、構造のモータを以下のように作製した。ステータ形状の集中巻き型のブラシレスDCモータ用の固定子として、JIS35A250グレードの無方向性電磁鋼板から打抜き、かしめにより一体化した。さらに、この固定子に巻線を施して固定した。モータケースはアルミダイキャストにて製造した。ロータは表面磁石型とし、磁石としては希土類磁石を用いた。固定子のモータケースへの固定では、固定子を100℃に加熱し、モータケースを-50℃に冷却して、それぞれ熱膨張・熱収縮させたのち、固定子をモータケースに挿入し、ついて、常温に戻り固定した。モータケースの保持部材および固定子は、上記温度で挿入された後、常温した場合に固定子の継鉄部に付与される外周方向の引張応力が5、10、50、100、150、200MPaとなるように、モータケースと鉄心素材の機械特性に応じて

20

【0039】

一方、比較例として、図9に示すようなモータケースが鉄心に対して圧縮力を及ぼす従来型のモータを作製した。モータケースが鉄心に対して圧縮力を及ぼす従来型のモータを作製した。ここで、固定子は焼きばめによりモータケースに固定され、継鉄部外周部に印加される圧縮応力が50MPa程度となるようにした。

【0040】

以上より得られた本発明例及び比較例のモータに対し、実施例 1 と同様の条件にてモータ効率の測定・評価を行った。結果を表 2 に示す。

【0041】

30

【表 2】

記号	固定子の 固定方法	引張応力 平均(MPa)	高応力領域の割 合(体積%)*	モータ効率(%)	備考
1	図 5	5	30	90.9%	本発明例
2	図 5	10	60	91.6%	本発明例
3	図 5	50	95	93.5%	本発明例
4	図 5	100	93	93.4%	本発明例
5	図 5	200	20	90.8%	本発明例
6	図 9	-50	0	89.2%	比較例

40

*周方向の引張応力が 10~150MPa となる領域が継鉄部に占める割合 (体積%)

【0042】

表2より、本発明例では、いずれの場合でも、比較例よりも1.6%以上高いモータ効率を得られている。さらに継鉄部外周方向の引張応力が10~150Mpaである領域が継鉄部に占める割合を50体積%以上とすることにより、特に高いモータ効率を得られていることがわかる。

50

【産業上の利用可能性】

【0043】

誘導電動機、永久磁石式同期電動機（ブラシレスDCモータ）、リラクタンスモータの回転子鉄心として非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】従来の焼きばめ固定方法による鉄心挿入状態時を示す図である。

【図2】従来の焼きばめ固定方法による鉄心固定状態時を示す図である。

【図3】磁化方向の応力と無方向性電磁鋼板(50A700)の鉄損W15/50との関係を示す図である。

10

【図4】本発明の実施形態を示す図である。（実施例1）

【図5】本発明の他の実施形態を示す図である。（実施例2）

【図6】図6は図5の断面13による立面断面図である。

【図7】図7は断面14による立面断面図である。

【図8】固定子における継鉄部と歯部を示す図である。

【図9】従来のモータにおける形状、構造を示す図である。

【符号の説明】

【0045】

1a 1b モータケース

2 固定子

3 嵌合部

4 継鉄部

5 保持部材

6 モータケース上面部取り付けボルト（ケース外周部）

7 ボルト

8 モータケース上面部

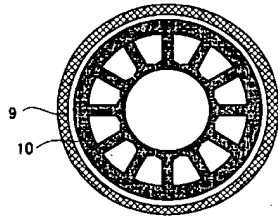
9 モータケース

10 固定子

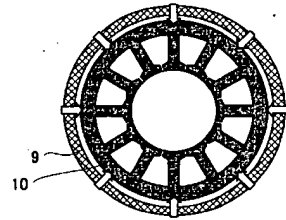
11、12 断面

20

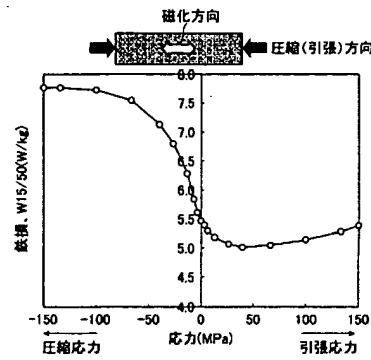
【図 1】



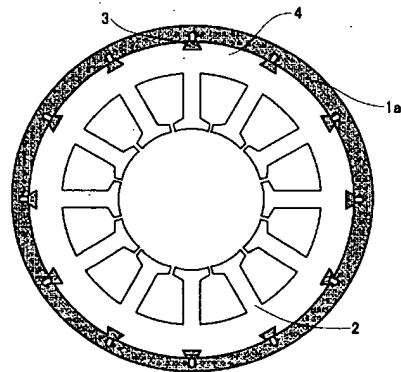
【図 2】



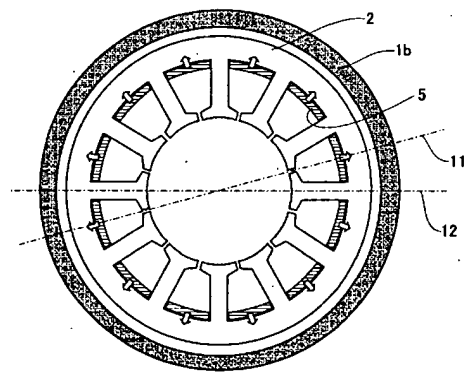
【図 3】



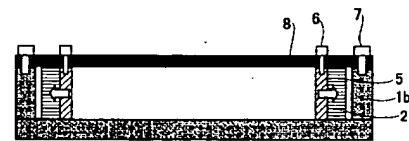
【図 4】



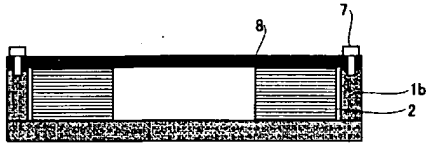
【図 5】



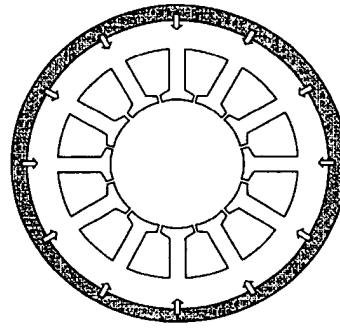
【図 6】



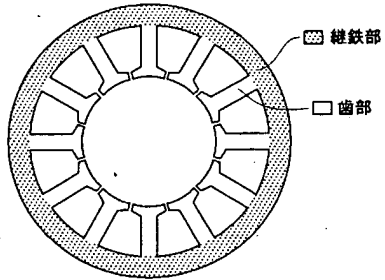
【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 浪川 操

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

Fターム(参考) 5H601 AA26 BB01 CC01 CC20 DD01 DD11 DD18 DD32 EE18 EE34
FF01 FF10 FF17 GA02 GB05 GB13 GB23 GB33 GB48 HH02
JJ04 KK01 KK05 KK15
5H615 BB01 BB04 BB14 BB16 PP01 PP07 PP28 SS03 SS12 SS19
SS25 TT04